

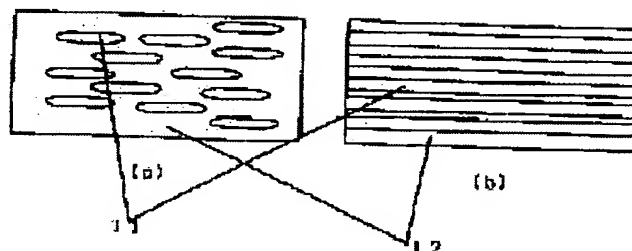
ANISOTROPIC SCATTERING ELEMENT AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY USING IT

Patent number: JP9297204
Publication date: 1997-11-18
Inventor: KAMIMURA TSUYOSHI
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Classification:
- international: G02B5/02; F21V8/00; G02B5/30; G02F1/1335; G02F1/1335
- european:
Application number: JP19970053465 19970307
Priority number(s):

Abstract of JP9297204

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain high luminance by the back light of a liquid crystal panel by using an anisotropic scattering element in which scattering particles having ≥ 1 aspect ratio are dispersed and arranged in a supporting medium having a different refractive index from that of the particles to exchange polarized light.

SOLUTION: Scattering particles 11 having ≥ 1 aspect ratio are dispersed and arranged in a medium 12 having different refractive index from that of the particles. The scattering particles 11 are in a rod or ellipsoid shape (a) or may be in a laminar state (b). Even when the particle is planer, it can be used as far as it has a different aspect ratio. The scattering particles 11 show anisotropy for the polarizing components with the minor axial length and major axial length of particles. Or, such particles are preferably used since the minor axial length of the particle 11 is less than the Rayleigh scattering region but the major axial length is in the Mie scattering or geometric scattering region and has anisotropy for the polarized light component. Or, such scattering particles are preferable since the minor axial length of the particle is shorter than the wavelength of the light used. As for the scattering particles 11, one kind of particles selected from titanium oxide and glass can be used.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 2 9 7 2 0 4

(43) 公開日 平成9年(1997)11月18日

(51) Int. Cl. ⁶		識別記号	庁内整理番号	F I		技術表示箇所	
G 0 2 B	5/02			G 0 2 B	5/02		D
F 2 1 V	8/00	6 0 1		F 2 1 V	8/00	6 0 1	B
G 0 2 B	5/30			G 0 2 B	5/30		
G 0 2 F	1/1335	5 1 0		G 0 2 F	1/1335	5 1 0	
		5 3 0				5 3 0	
審査請求		未請求	請求項の数 2 5	O L		(全 1 3 頁)	

(21) 出願番号 特願平9-53465

(22) 出願日 平成9年(1997)3月7日

(31) 優先権主張番号 特願平8-51251

(32) 優先日 平8(1996)3月8日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 上村 強

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

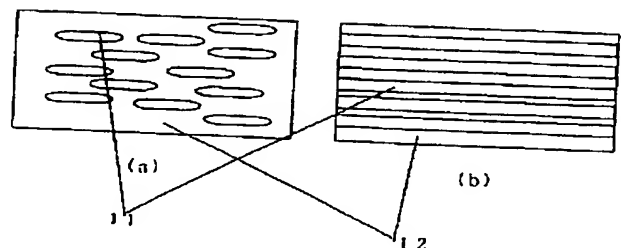
(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外2名)

(54) 【発明の名称】 異方性散乱素子及びそれを用いる液晶ディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】 異方性散乱粒子を配列した異方性散乱面素子を用い、液晶ディスプレイの高輝度化を図る。

【解決手段】 異方性散乱粒子を液晶マトリックス中に分散させ、その粒子が液晶分子の配向方向と同じ方向に配列させ、また、異方性散乱粒子を樹脂と混合して延伸することで一方向に配向させる。アスペクト比が1以上の散乱粒子は偏光成分に対し異方性を示す。この異方性散乱素子とその散乱軸が光源から液晶パネルに入射される側の偏光軸と直交させるように組み合わせる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アスペクト比が 1 以上の散乱粒子を屈折率の異なる支持媒質中に分散配列してなることを特徴とする異方性散乱素子。

【請求項 2】 上記散乱粒子が短軸方向と長軸方向で偏光に対して異方性を有する請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 3】 上記散乱粒子の短軸長さが Rayleigh 散乱領域以下である一方、長軸長さが Mie 散乱領域あるいは幾何学散乱領域であり、偏光成分に対し異方性を有する請求項 2 記載の異方性散乱素子。

【請求項 4】 上記散乱粒子の短軸方向の長さが用いる光の波長以下であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の異方性散乱素子。

【請求項 5】 偏光素子の偏光軸と異方性散乱素子の透過軸を一致させたことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の異方性散乱素子。

【請求項 6】 上記散乱粒子の配列がねじれ構造を有することを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の異方性散乱素子。

【請求項 7】 上記散乱粒子が酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化亜鉛、炭化シリコン、窒化ケイ素、炭化ケイ素、ホウ酸アルミおよびガラスからなる群から選ばれる 1 種である請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 8】 上記支持媒質が透光性であることを特徴とする請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 9】 上記支持媒質が樹脂または高分子からなることを特徴とする請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 10】 上記散乱粒子と支持媒質との屈折率差が 0.05 以上である請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 11】 上記散乱粒子の上記支持媒質の容積分率 3% 以上である請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 12】 素子厚みが 3 μm 以上である請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 13】 上記散乱粒子の厚み方向への配列数が 3 個以上である請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 14】 上記散乱粒子と支持媒質との屈折率差または上記支持媒質中の散乱粒子の密度が後方散乱を主体とする領域にある請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 15】 上記散乱粒子と支持媒質との屈折率差または上記支持媒質中の散乱粒子の密度が前方散乱を主体とする領域にある請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 16】 上記支持媒質中の散乱粒子の一方向配列が電場あるいは磁場の印加、支持媒質の一方向延伸または圧力応力の適用のいずれかにより行う請求項 1 記載の異方性散乱素子。

【請求項 17】 上記支持媒質が液晶であり、液晶中に分散して配列しすることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の異方性散乱素子。

【請求項 18】 液晶によって配列した後、液晶中の重

合性成分を重合することにより、支持媒質中に散乱粒子を固定してなる請求項 1～4 のいずれかに記載の異方性散乱素子。

【請求項 19】 少なくとも表面側に偏光板を有する液晶パネル、該液晶パネルの裏面側に位置するバックライト装置と、上記液晶パネルとバックライト装置との間に位置する、アスペクト比が 1 以上の散乱粒子を屈折率の異なる支持媒質中に分散配列してなる後方散乱を主体とする異方性散乱面素子と、バックライト装置の裏面側に反射板あるいは散乱板を備え、上記異方性散乱素子の散乱方向と上記液晶面素子の偏光軸あるいは吸収軸とをほぼ一致させてなる液晶ディスプレイ。

【請求項 20】 上記液晶パネルが表面側および裏面側にそれぞれ偏光板を有する請求項 20 記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 21】 上記異方性散乱素子と反射板ないしは散乱板の間に位相差板を有する請求項 19 記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 22】 位相差板が 1/4 波長板である請求項 21 記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 23】 上記バックライト装置が光源から導光板を通じて照明を行うサイド型バックライトである請求項 19 記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 24】 上記バックライト装置が直下型のバックライトである請求項 19 記載の液晶ディスプレイ。

【請求項 25】 液晶パネルの裏面側に位置する反射板と、上記液晶パネルの表面側に位置する、アスペクト比が 1 以上の散乱粒子を屈折率の異なる支持媒質中に、前方散乱が得られるように分散配列してなる異方性散乱素子とを備え、外光が上記液晶パネルに入射される前に上記異方性散乱素子に入射するようにしてなることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は異方性散乱素子、およびバックライトを有効に利用することができる液晶ディスプレイに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、液晶パネルは偏光板を有するためにその明るさは半分以下になっていた。実際は液晶パネルの表裏に 2 枚の偏光板を用いるために 30% から 40% の明るさになっていた。より高輝度な液晶パネルを得るために偏光変換してこれらの欠点を補うという試みがなされている。

(1) 偏光ビームスピリッター（以下 P B S ; Polarized Beam Splitter と略す）による方法。（参考文献：ASIA DISPLAY'95 page-731）。

(2) コレステリック偏光変換による方法（参考文献：ASIA DISPLAY'95 page-735）。

(3) 液晶と高分子の複合体を用いる方法（参考文献：特

願平6-208319号)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の方法では以下の問題が生じる。

(1) プリズムによる方法では光源からの光が平行光であれば損失は少ないが角度を有する場合、偏光変換効率は落ちてしまう。それ故角度依存あるいは波長依存性が問題である。またプリズム等を用いるために軽量、コンパクト性に欠けるという問題もある。

(2) コレステリックフィルムを用いる場合、全波長範囲をカバーするには膜厚方向にコレステリックフィルム螺旋ピッチは一定の分布を有さなくてはならず、非常に複雑な作製法が必要となるという問題がある。

(3) 液晶と高分子の複合体を用いる場合は複合体の屈折率が液晶材料によって限定されるので、大きな異方性散乱を得ることができず、そのため大きな偏光変換効率が得られないという問題がある。その製造には相分離等の技術を用いる必要があり、複雑となる。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記課題を解決するために鋭意検討の結果、アスペクト比が1以上の散乱粒子をそれと屈折率の異なる透光性マトリックス媒体中に、分散し、ほぼ一方に配列して固定すると、異方性散乱機能を示す素子が得られ、この異方性散乱素子を用いて偏光変換を行うと、液晶パネルのバックライトによる高輝度化著しいことを見出した。したがって、本発明の目的はアスペクト比が1以上の散乱粒子を屈折率の異なる支持媒質中に分散配列してなる異方性散乱素子を提供することにある。上記散乱粒子の短軸長さと長軸長さで偏光成分に対して異方性を有することが望ましい。また上記散乱粒子の短軸長さがRayleigh散乱領域以下である一方、長軸長さがMie散乱領域あるいは幾何学散乱領域であり、偏光成分に対し異方性を有するもので、好ましい。また上記散乱粒子の短軸長さが用いる光の波長より短いこと異方性散乱の面で望ましい。散乱粒子として酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化亜鉛、炭化シリコン、窒化ケイ素、炭化ケイ素、ホウ酸アルミおよびガラスからなる群から選ばれる1種を挙げることができる。他方、上記支持媒質が透光性であることが光損失の点から望ましい。また延伸等で配列すること軽量化の点からも樹脂または高分子であることが望ましい。特に、上記支持媒質が液晶であって、液晶中に分散して配列を行うことでより配列の自由度が増すことが考えられるので、望ましい。また、液晶中で配列した後、液晶中にあらかじめ混合しておいた（あるいは液晶そのものが）重合性物質を光あるいは熱によって重合して支持媒質中に散乱粒子を固定してなるのが比重等の差を考えると、好ましい。なお、上記散乱粒子と支持媒質との屈折率差が0.05以上、上記散乱粒子の上記支持媒質中の容積分率3%以上、素子厚みが3 μ m以上、上記散乱粒

子の厚み方向への配列数が3個以上である場合に異方性散乱素子を形成することができるが、上記散乱粒子と支持媒質との屈折率差または上記支持媒質中の散乱粒子の密度を調整することにより後方散乱を主体とする異方性散乱素子と前方散乱を主体とする異方性散乱素子を形成することができる。また、本発明の他の目的は、上記異方性散乱素子を用いる液晶ディスプレイを提供しようとするものであり、その一つは後方散乱を主体とする異方性散乱素子を使用する場合で、少なくとも表面側に偏光板を有する液晶パネル、該液晶パネルの裏面側に位置するバックライト装置と、上記液晶パネルとバックライト装置との間に位置する、アスペクト比が1以上の散乱粒子を屈折率の異なる支持媒質中に分散配列してなる後方散乱を主体とする異方性散乱素子と、バックライト装置の裏面側に反射板あるいは散乱板を備え、上記異方性散乱素子の散乱方向と上記液晶面素子の偏光軸あるいは吸収軸とをほぼ一致させてなる構成される。上記反射板と液晶パネルとの間に位相差板を、特に1/4波長板を備えるのが光の有効利用という面で好ましい。使用するバックライト装置としては光源から導光板を通じて照明を行うサイド型バックライト装置と直下型のバックライト装置が代表として挙げられる。さらに、本発明は前方散乱を主体とする異方性散乱素子を使用する反射型液晶ディスプレイを提供しようとするもので、液晶パネル、該液晶パネルの裏面側に位置する反射板ないしは散乱板と、上記液晶パネルの表面側に位置する、アスペクト比が1以上の散乱粒子を屈折率の異なる支持媒質中に、前方散乱が得られるように分散配列してなる異方性散乱素子とを備え、外光が上記液晶パネルに入射される前に上記異方性散乱素子に入射するようにして構成される。

【0005】本発明によれば、異方性散乱素子を用いるために角度依存による損失は少ない。また、複雑な作製過程を経ないために簡単に製造可能である。その効率を高めるためには後方散乱を利用する場合には異方性散乱素子は屈折率の大きな（より散乱が大きい）物質からなる粒子を配列したものが好ましい。また、位相差板との組み合わせにより、偏光変換効率は改善される。より、角度依存性を改善するために異方性散乱粒子の配列がねじれ構造を有することが望ましい。

【0006】以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。まず、粒子と散乱との関係について、粒子径(d)と光の波長(λ)との関係により次の3つの場合に大別できる。

(1) 幾何光学的領域 ($d \gg \lambda$)

この領域では光の散乱は粒子表面の反射によるため、粒子の比表面積が大きいほど光の散乱能力も大きくなる。したがって、散乱能 S は粒子径 d の逆数に比例する。

$$S \propto 1/d$$

よって、散乱は粒径に反比例して大きくなる

(2) Mie 散乱領域 ($d \sim \lambda$)

粒径と光の波長がほぼ同じレベルの領域ではMie散乱の式が成立する。本発明の散乱はほぼこの領域に当てはまる。

$$S \sim d^2 \pi \cdot K / 4 \quad (K \text{ は定数})$$

Mie散乱の場合、光散乱が最大となる粒子径は屈折率にもよるが酸化チタンの場合には $d = \lambda / 2$ の時になるとされている。(詳しくは石原産業(株)発行のISHIHARA TIPACQUE NEWS「T100超微粒子酸化チタンについて」、P. Stamatakis et. al., J. Coating Tech., 62(10), 951(1990)を参照のこと。)

(3) Rayleigh散乱領域 ($d \ll \lambda$)

この領域では次のRayleighのし記で全散乱能はあらわされる。

$$S \propto d^6 / \lambda^4$$

(詳しくは久保輝一郎他著「粉体」丸善(1985)p177を参照)

これよりこの領域では散乱能Sはdの6乗に比例して急速に減少する。以上の散乱と粒子径との関係を図4に示す。図4より、粒子径が小さくなる(Rayleigh散乱領域)と急速に散乱係数Sが小さくなるのがわかる。以上の領域は粒子の径(d)だけでなく屈折率差によっても大きく影響する。一般的に屈折率差が大きいほど粒径にくらべて波長が小さくてもMie散乱領域となる傾向にある。

【0007】したがって、本発明の作用を次のように説明することができる。図1に本発明の異方性散乱素子の構造を示す。図1において11はアスペクト比の異なる粒子、12は屈折率の異なる媒質を示している。図1Aにおいて粒子は棒状ないしはラグビーボール状をしているが、図1Bのように層状にでも良い。板状でもアスペクト比が異なっていれば良い。図1A、Bとも粒子は配列しているが完全な一方に揃わなくともバラツキが少々あっても良いと考えれる。

【0008】図3にこのような構造の素子を用いて偏光変換を行う原理について説明する。図3において光源からの光31は紙面に垂直方向の偏光32と紙面に水平方向の偏光33からなると考える。異方性散乱素子34は紙面に水平方向に長軸方向35を有している場合を考える。このとき紙面に垂直方向の偏光32は異方性散乱板の短軸方向に進むため、粒子の短軸長さが波長より充分小さい領域であれば図4のRayleigh散乱領域となり散乱せずにそのまま進み異方性散乱板34を通過した偏光36となる。他方、光源からのもう一方の偏光33は異方性散乱素子34の長軸方向35に進むため波長と粒子の長軸長さとの関係が図4の散乱が大きくなるMie散乱領域に近いRayleigh散乱領域以上の散乱領域(Mie散乱領域および幾何光学散乱領域)になると散乱光37または39となる。

【0009】偏光33の散乱光は以下の2つの場合に分けられる。

(1) 粒子と媒質との屈折率差(Δn)がさほど大きくない場合、あるいは散乱粒子の密度が少ない(例えば異方性散乱素子の厚みが薄い、粒子の容積%が小さい)場合には前方散乱が主に行われる。これは散乱能が弱いために前方散乱光37となるものである。また、散乱された光37は一般的に偏光状態を保っておらず、紙面に垂直な方向の偏光と紙面に平行な偏光とが混じった状態となる。また、異方性散乱板の散乱能がより弱いと散乱も弱くなり、偏光成分が保存される傾向となる。

(2) 次に屈折率差(Δn)が大きい場合、あるいは光が透過する方向(通常厚み方向)に対して散乱粒子の数が多(例えば異方性散乱素子の厚みが厚い、粒子の媒質に対する容積%が大きい)場合には後方散乱が生じる。この場合、偏光33は異方性散乱素子34を通過せず後方に戻る散乱光39となる。この場合にも、偏光成分は保存されず偏光が混じった光40となる。一般に散乱の場合、図5に示すように横軸を屈折率差あるいは散乱粒子の数として縦軸を散乱光の透過率(全光束)とすると最初の領域では前方散乱主体の領域であるため透過率はほぼ変わらず、屈折率差あるいは散乱粒子数が上がると後方散乱が生じてきて光は後方に散乱され、透過率は減少することとなる。本発明の異方性散乱素子の場合も同様に散乱方向の偏光は図5と同様な透過率の現象を生じると考えられる。

【0010】図6を用いて上記の効果を詳しく説明する。図6において異方性散乱素子および偏光等の配置は図3と同じとする。このとき紙面に垂直な偏光(1)(点線)は垂直の偏光成分をほぼ保って透過する。これは短軸方向が充分光の波長より短ければ横軸が大きくなっても保たれるであろう。紙面に平行な偏光の散乱光(2)

(実線)は図9と同様に横軸が大きくなるに従い、後方散乱が大きくなり、透過率が低下する。このとき(2)の散乱光の紙面に垂直な偏光成分(3)(一点鎖線)は上記に述べたように散乱能が弱いと偏光成分は保たれるため横軸の小さい部分では小さく、右に行くに従い強い散乱により大きくなる。もっと散乱が強くなると後方散乱が生じるために(2)と同様に小さくなると考えれる。結局、透過した全体の紙面に垂直な偏光成分(4)(太い実線)は(1)+(3)の成分となり、(4)のような曲線となる。

以上のように本発明に係る異方性散乱素子では、それを通過した光は片方の偏光を保存してそのまま通過させ、もう片方の偏光を散乱させ、偏光状態を変えさせることができる。つまり、もとの偏光32にプラスさせることができる。これは図3の前方散乱37の場合、紙面に垂直な偏光が36以外に38の一部に生じていることから容易にわかる。また、図3のように偏光素子42(偏光板)を設け、その偏光軸41を紙面垂直方向に設置しておけば(偏光素子の偏光軸と異方性散乱素子の透過軸(短軸方向)と一致していることとなる)透過した光36はそのまま偏光素子に損失無く通過し、光43

となる。また散乱した光37は両方の偏光成分を有しているが偏光素子42において紙面に平行方向の偏光はカットされ、紙面に垂直方向の偏光44のみとなるこのように偏光素子と組み合わせることで片方の偏光のみを効率よく取り出せることとなる。また偏光素子と組み合わせると、図3の透過光36は紙面に垂直な偏光成分のみではなく少量の紙面平行成分を有している場合もあるので偏光の純度を上げるという意味で重要である。図3において後方散乱39の場合、偏光は36しか通過しないので見かけ上は増えていないが反射板を光源の後方に備えることなどでもう一度、異方性散乱素子入射させることで偏光成分を増やすことができる。この場合も偏光素子と組み合わせることで上記と同様な効果が期待できる。

【0011】以下、後方散乱が生じた場合の偏光変換がなされる原理を詳しく説明する。図2は光源からの光が斜め方向から入射されるエッジライト型のバックライトを想定した原理図である。図2において光源21から発せられた光22は偏光成分として23、24の両偏光成分を有している。このとき23と24は偏光の向きを示しており、直交している。25は異方性散乱面素子であり、素子において26は散乱する偏光成分であり、27は散乱しない偏光成分の方向を示している（以下、これらをそれぞれ、散乱軸と透過軸と呼ぶ）。

【0012】図3でも説明したように透過軸に水平な偏光成分である23は散乱を受けずに透過する。散乱軸に水平な偏光成分である24は散乱する。このとき屈折率が大きな散乱粒子を用いると後方散乱28が生じ、これらの偏光成分は後方に散乱される。後方に散乱された成分はバックライト中の例えば反射板30に反射されて再び異方性散乱面素子25に戻ってくる。散乱した偏光成分29は元の偏光状態を通常有していない、そのため異方性散乱素子の透過軸に水平な偏光成分を有しているため再び透過する偏光31と後方散乱される偏光32とに分離される。上記のような課程の繰り返しで光源31からの光32はほぼ同一方向の偏光となって異方性散乱素子を透過することとなり、偏光変換素子として機能することとなる。このため通常の2倍の明るさの液晶パネルを得ることができる。

【0013】また、より効率を上げるために位相差板33を反射板30上に設置することにより、後方散乱された偏光成分の方向を変えることができ、より効率のより偏光変換素子を得ることができる。特に、 $1/4\lambda$ 板は90度偏光方向を変えることができ、より効率的な偏光変換を行う位相差板といえる。

【0014】本発明での異方性散乱素子は液晶のように屈折率に異方性があるものではなく、屈折率は同等でもアスペクト比が異なることで異方性を有することの特徴とする。例えば棒状の酸化チタンの場合、短軸方向が用*

*いる波長よりも充分小さければ散乱は小さく、透過する。しかしながら長軸が波長よりも大きければ散乱が生じ、一方向の偏光のみが透過されるという現象が生じる。この現象は異方性散乱素子が幾十にも積み重ねた構造である場合多重散乱が生じより大きな効果が得られる。

【0015】以下、異方性散乱素子の作製法の作用について説明する。異方性散乱素子を作製するには異方性散乱粒子（屈折率の大きな材料、例えば酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化亜鉛、炭化シリコン、窒化ケイ素、炭化ケイ素、ホウ酸アルミ、ガラスなどが望ましい）を用いる必要がある。これらの粒子を一方向に配列させることで異方性散乱素子が作製できる。また、これらの粒子は偏光成分に対して異方性であるため棒状が望ましい。また、散乱特性を良好にするためにも光の透過方向に幾十にも層を成した状態が望ましい。また、散乱異方性を効果的にするためには透過軸方向の長さが光の波長に対してより短いほど透過率が高くなり、偏光保存性も良い。

【0016】一方向に配列するためには支持基体（屈折率が異方性散乱粒子よりも小さい）に分散し、延伸する配列方法が挙げられる。最も簡単な方法といえる。また、磁気異方性あるいは電場異方性を有するものでは一方向に電場あるいは磁場を印加しながら支持基体中で固定化することによって配列が得られる。また、流動性媒質中に粒子を分散させ、ずり応力（シア）を一方向に加えることでアスペクト比の異なる粒子を配列することが出来る。

【0017】図7は上記のずり応力法を示す原理図である。図7Aは異方性素子の上方から見た図である。基板に挟まれた媒質内に分散されたランダムに近い粒子71は一方向のずり応力72により、応力を緩和するように配列73する。図7Bは厚み方向から見た図である。

【0018】上記方式では一方向に並んだ異方性散乱素子しか作製できないが、液晶に混合することにより、任意のねじれ構造を得ることができる。この場合斜め入射光に対しても散乱成分が保存されやすく、角度依存が小さくなる。図8にねじれた状態の異方性散乱素子の模式図を示す。図8Aは上部から見た図であり、図8Bは厚み方向から見た図である。81は媒質、82は粒子を示している。

【0019】

【発明の実施の形態】

<実施例1>以下、本発明の一実施例として図面を用いて詳細に説明する。アスペクト比の異なる酸化チタンとして3種類のもの（石原産業（株）より購入）を用いた。以下、表1に示す。

【表1】

	酸化チタン(1)	酸化チタン(2)	酸化チタン(3)
繊維長 (平均値)	1.7 μm	2.9 μm	5.1 μm
繊維系 (平均値)	0.13 μm	0.21 μm	0.27 μm

これらの3種類を支持基体として2-エチルヒソシアレートとウレタン系ポリマーとの混合物(70:30wt%)にそれぞれ3種類の酸化チタン:高分子化合物=2:1(wt%)の割合で混合し、3本ローラにて混練し、酸化チタンを分散させた。このとき重合開始剤としてベンゾフェノン2wt%を加えた。なお、酸化チタンに代え、屈折率の大きなもの、例えばチタン酸カリウム、窒化シリコン(SiNx)あるいはシリコンカーバイド(SiC)等があげられる。よく分散した上記混合物を硝子基板上に塗布し、紫外線を強度20mW/cm²(360nmフィルター)で2分間照射し、硬化してフィルム状の樹脂混合物を作製した。このときランプとしては高圧水銀灯を用いた。フィルムの厚みとしては約3 μm ~100 μm のものを塗布後の時間調整により作製した。このとき媒質の屈折率はほぼ1.5であった。上記フィルムを約2倍から3倍の延伸率で一方に延伸した。顕微鏡観察によると3種類の棒状酸化チタン、それぞれが全てほぼ延伸方向に配列していた。上記のように作製した異方性散乱素子上で偏光板を回転すると偏光軸と散乱軸(延伸方向)が一致したときもっとも暗く、直交した場合(透過軸と一致)もっとも明るいという結果を得た。

【0020】<実施例2>実施例1で作製した約20 μm の厚みの異方性散乱素子の透過率を測定した。このとき偏光素子としてコンプリズムを用いて異方性散乱素子の散乱軸に対して偏光軸を直交させた時の透過率を直交透過率、平行にしたときの透過率を平行透過率として定義して測定した。また、散乱粒子を添加していないときの偏光素子の透過率を50%として測定した。また、測定方法として散乱した光を出来るだけ集めるため積分球を用いて透過率を測定した。光の波長としては可視光(400から800nm)を用いた。表2に実施例1で作製した3種類の酸化チタンの約20 μm の厚みのものについてそれぞれ透過率を測定した結果を示す。図9はそれをグラフに示したものである。

【0021】

【表2】

酸化チタン種類による透過率の違い			
	酸化チタン(1)	酸化チタン(2)	酸化チタン(3)
直交透過率(%)	60%	55%	52%
平行透過率(%)	4%	4%	3%

【0022】このグラフより酸化チタン(2)及び(3)よりも酸化チタン(1)の直交透過率が高く、また全てのサンプルで偏光素子のみの場合の50%を越えていることがわかった。下記表3と図7にそれぞれの酸化チタンの短軸長さとの関係を示す、下記表4と図8に長軸長さとの関係を示す。

【0023】

【表3】

【0024】

【表4】

短軸長さとの直交透過率との関係		
酸化チタン	短軸の長さ	直交透過率
酸化チタン(1)	0.13	60%
酸化チタン(2)	0.21	55%
酸化チタン(3)	0.27	52%

長軸長さとの直交透過率との関係		
酸化チタン	長軸の長さ	平行透過率
酸化チタン(1)	1.7	4%
酸化チタン(2)	2.9	4%
酸化チタン(3)	5.1	3%

【0025】これらの表及び図からわかるように短軸長さが大きいほど直交透過率が下がっていることがわかる。これは短軸長さが波長に近づいている影響であると考えられる。また、長軸方向の長さはこの範囲(1.7 μm ~5.1 μm)ではほぼ影響は少なかった。

【0026】次にこれらの3種類の異方性散乱素子の直交透過率の波長依存性を測定した。結果を図12に示す。図12より、短波長になるに従い、直交透過率が下がっていることがわかる。これは短軸長さとは長が近づくためと考えられる。短軸長さが大きいほど短波長の光の直交透過率の低下が激しく、また、より長波長側で落ち込むようになっている。これは先程も述べたように短軸長さとの波長が近づいてきているためであると推定される。また、より短軸方向の長さが用いる波長に対して小さい程良い結果が得られることがわかった。

【0027】<実施例3>実施例2で作製した異方性散乱素子における酸化チタン(1)の容積分率の依存を検討した。作製法は実施例2と同様に行った。厚みは約20 μm とした。直交、平行透過率の測定結果を図13に示す。図13より、酸化チタン(1)の容積分率が多くなるに従い直交透過率が増加し、より多くなるに従い、減少していくことがわかった。他方、平行透過率は容積分率が増えるに従い、急激に減少していくことがわかった。これは図6にほぼ対応していることがわかった。これより、厚み20 μm のとき酸化チタンの場合には0.5容量%以上で異方性散乱が生じており、偏光成分が増加しており、3容量%以上で後方散乱が生じてきていることがわかる。このとき、0.5容量%で20 μm の場合には厚み方向には約7個相当の粒子が存在しており、7重の多重散乱を受けることとなる。また、3容量%では40層程度の粒子層ができていることになる。また、80容量%以上で急激に直交透過率が低下しているが、これは酸化チタンの分散が完全でないものと考えられる。

【0028】<実施例4>実施例3で作製した異方性散乱素子における酸化チタン(1)の厚み依存を検討した。作製

法は実施例2と同様に行った。酸化チタンの容量%は8容量%、と33容量%のものを用いた（それぞれ前方散乱主体と後方散乱主体にほぼ相当する）。厚みは約3から150 μm とした。結果を図14に示す。

【0029】8容量%の場合、直交透過率から5 μm 程度から異方性散乱効果が生じており、16 μm 以上で後方散乱が生じていることがわかった。このとき粒子の数は約3層で異方性散乱が生じていることとなり、3層以上で散乱が効果的になるものと考えられる。また後方散乱を利用する場合には8層以上必要なことがわかった

（理想的に配列していると考えて）。他方、33容量%*

種々の材質の特性表

粒子の材質	屈折率	短軸長さ (μm)	長軸長さ (μm)	屈折率差 (Δn)
ガラスファイバー(1)	1.78	0.1	20	0.28
ガラスファイバー(2)	1.56	0.2	25	0.06
ガラスファイバー(3)	1.56	0.5	20	0.06
ホウ酸アルミニウム	1.63	0.3	5	0.13
炭化ケイ素	2.65	0.2	5.6	1.65
窒化ケイ素	2.00	0.2	2.6	0.5

【0032】表5の材料について容量%が35%のものを作製し、厚みを実施例4と同様に変えて作製した。直交透過率および平行透過率の測定結果を図15に示す。

図15より、屈折率差が大きいほど前方散乱の極大となる厚み（言い換えると後方散乱がはじまる厚み）が※

*の場合、約3 μm 程度でも後方散乱が生じていることがわかった。

【0030】<実施例5>次に他の異方性材料についても実施例1と同様な方法で異方性散乱素子を作製した。用いた粒子を表5に示す。ガラスファイバーはコーニング(株)、日本電気硝子(株)、モトヤマ(株)等から入手した。炭化ケイ素、窒化ケイ素については高純度化学(株)から、ホウ酸アルミは岡田化学(株)より入手した。

【0031】

【表5】

※薄く、屈折率差が小さいほど前方散乱が極大となる厚みが大きくなることがわかる。

【0033】表6および図16に直交透過率の極大値となる厚みと屈折率差との関係を示す。

【表6】

種々の材質の屈折率差と直交透過率の極大値の厚み

粒子の材質	屈折率	屈折率差 (Δn)	極大値の厚み (μm)
ガラスファイバー(1)	1.78	0.28	~20
ガラスファイバー(2)	1.56	0.06	~90
ガラスファイバー(3)	1.56	0.06	~90
ホウ酸アルミニウム	1.63	0.13	~30
炭化ケイ素	2.65	1.65	>3
窒化ケイ素	2.00	0.5	~12
酸化チタン	2.7	1.7	~3

【0034】図16より、屈折率が0.05以上であれば厚みさえ厚くすれば異方性散乱が生じることがわかる。また、後方散乱は図15、図16からわかるように屈折率差が0.13以上、好ましくは0.28以上あれば効率よく生じることがわかる。これらの効果はフィルム厚みだけではなく粒子の容積%を変化させても同様ながいえる。図15より、屈折率差が小さければ短軸の長さが0.5 μm (500nm)と波長よりも大きくなってもあまり影響しないことがわかった。このとき屈折率差が小さいため散乱はあまり効率的ではなかった。好ましくは波長より小さいことが必要と思われる。

【0035】<実施例6>配列の方法としてずり応力を用いた方式について以下説明する。粒子は酸化チタン(1)を用いて実施例1と同様な方法で樹脂との複合体を作製した。紫外線で硬化する前20 μm のスペーサ（積水ファインケミカル(株)製）を0.5wt%樹脂に混入させ、ガラス基板状に垂らし、もう一方のガラス基板で挟み込み、上のガラス基板を20 μm の幅で60回/分、マイクロメータを用いて一方向にシェアリングした。配列は延伸と同様に行われていた

ことが顕微鏡観察によりわかった。

【0036】<実施例7>以下 本発明の一実施例のバックライト及び液晶パネルについて説明する。実施例1で作製した3種類の異方性散乱素子177を図17に示すように両側に偏光板171を設けた液晶パネル170と、サイドライト型バックライト172の導光板173の間に設置した。このとき液晶パネルのバックライト側の偏光軸174と異方性散乱素子177の透過軸176が一致するように異方性散乱素子177を設置した。175は導光板下に設置された反射板である。また液晶パネルはTN型を用いて最も明るい状態となるように電圧設定した（このとき電圧無印加時が最も明るい状態であった）。このときバックライトからの明るさを測定した結果を表7に示す。フィルム厚としては約20 μm のものをそれぞれ選んだ。また表7で無しは異方性散乱素子を用いなかった場合であり基準値となる。

【0037】

【表7】

液晶パネルの明るさの比較 (異方性散乱素子の違いによる)

	無し(ref)	酸化チタン(1)	酸化チタン(2)	酸化チタン(3)
明るさ(nit)	140	230	200	190

【0038】表7より、全ての異方性散乱素子で輝度が大幅に向上した。酸化チタン(1)がもっとも効率が高く、短軸方向が小さいほど効果が大きいことが分かった。

【0039】また、他の異方性散乱素子についても同様の測定を行った。結果を表8に示す。表8において明るさはRefの場合を100%とした。比較として導光板下の反射板25を除いた結果と合わせて表8に示す。表8よ

り、反射板のある場合はどの異方性散乱素子でも効果はあった。しかしながら、反射板のない場合では後方散乱の大きい異方性散乱素子では効果が少ないことがわかった。これは前述の後方散乱の利用で述べたこととほぼ一致する。

【0040】

*10 【表8】

種々の異方性散乱素子と液晶素子の組合せでの明るさ比較

散乱素子	容量%	厚み(μm)	反射板有り 明るさ(%)	反射板無し 明るさ(%)
無し(Ref)	0	0	100%	100%
ガラスファイバー(1)	33%	10	125%	123%
ガラスファイバー(1)	33%	20	140%	135%
ガラスファイバー(1)	33%	60	142%	120%
ガラスファイバー(2)	33%	20	120%	118%
ガラスファイバー(2)	33%	60	130%	127%
窒化ケイ素	33%	10	140%	138%
窒化ケイ素	33%	40	142%	115%
窒化ケイ素	33%	80	160%	105%

【0041】<実施例8>以下 本発明の一実施例のバックライト及び液晶パネルについて説明する。直下型バックライトとして図18に示すように蛍光灯181を用いてかつ蛍光灯182の後方に反射板183を設けたバックライトに種々の異方性散乱素子185を設置した。また、両側に偏光板181を備える液晶パネル180を実施例7と同様に設置し、液晶パネル180の透過率を測定した。184は液晶パネルのバックライト側の偏光軸、186は異方性散乱素子185の透過軸を示す。異方性散※

※乱素子の散乱軸を示す。いずれの場合も実施例7と同様に明るい状態が得られた。

【0042】<実施例9>実施例7の構成で図19のように1/4λ板191を反射板192の上に設けた。他の構成は図2と同じであるので、同一部品には同一番号を付して説明を省略する。このときの液晶パネルの明るさを表9に示す。

【0043】

【表9】

液晶パネルの明るさの比較 (1/4λ板を挿入した場合)

	無し(ref)	酸化チタン(1)	酸化チタン(2)	酸化チタン(3)
明るさ(nit)	140	250	220	210

1/4λ板を挿入した場合の方が約10%の輝度の向上がみられた。

【0044】<実施例10>以下、反射型液晶パネルに用いた場合の一実施例について説明する。実施例7の液晶パネルを用いて図20のような配置で反射型液晶パネルを作製した。201は液晶パネル、202は反射板、203は異方性散乱素子である。異方性散乱素子203★

★の散乱軸と液晶パネルの偏光板204の偏光軸との関係は実施例7と同様にした。種々の異方性散乱素子について明るさとコントラストを測定した。結果を表10に示す。

【0045】

【表10】

種々の異方性散乱素子と反射型液晶素子の組合せでの明るさとコントラストの比較

散乱素子	容量%	厚み(μm)	明るさ(%)	コントラスト
無し(Ref)	0	0	100%	20
ガラスファイバー(1)	33%	10	120%	20
ガラスファイバー(1)	33%	20	130%	19
ガラスファイバー(1)	33%	60	135%	12
ガラスファイバー(2)	33%	20	118%	20
ガラスファイバー(2)	33%	60	138%	20
窒化ケイ素	33%	10	125%	18
窒化ケイ素	33%	40	128%	7
窒化ケイ素	33%	80	140%	3

【0046】全ての異方性散乱板で明るさは増加しているが、後方散乱の大きな異方性散乱素子ではコントラストが低下していることがわかる。これは後方散乱のため外光が反射しているためであり、反射液晶パネルの場合には前方散乱主体のものが好ましいことがわかった。

【0047】＜実施例11＞実施例1で用いた異方性散乱粒子である酸化チタン(1)を用いてネティック液晶材料であるZLI4792（メルク（株）製）と混合した。このとき混合比率としてZLI4792：酸化チタン(1)＝7：3重量比とした。配向膜はポリイミドSE4110を用いて硝子基板上に塗布、乾燥することで形成した。通常のソグ法で上下基板とも一軸配向を施し、スペースとして20μmの硝子ファイバーを用いて基板上に分散し、通常のシール印刷の後、加圧硬化して、均一な厚みの空パネを作製した。このときソグ方向は上下基板で同じ方向になるようにした。この空パネに上記液晶混合物を通常の真空注入法で注入し、通常の方法で封口を行い、150℃で1時間アニールした。このように作製した液晶パネを顕微鏡観察したところ異方性散乱粒子である酸化チタンはほぼ液晶の分子配列方向に並んでいた。上記液晶パネを実施例2と同様に異方性散乱素子として用いたところ、液晶パネルの明るさ約1.4倍に向上していた。

【0048】また、ラビングを行わずとも当然ながら磁場、電場等の印加により液晶の配列ひいては異方性散乱粒子の配列を行うことが可能であることはいうまでもない。また、これらは当然ながら液晶モノマーを少量あるいは全液晶成分として用いることによって紫外線による硬化で酸化チタン粒子を固定化（例えば比重による違いでの重力落下を防ぐ）することができる。

【0049】＜実施例12＞実施例11と同様に液晶パネを作製したこのとき上下基板でラビング軸を直交させ、いわゆる90度ねじれネティックパネを作製した。（以下、TNパネと略す）

このときカバ剤としてS811（メルク（株）製）をバグ100μmとなるようにした。このときの厚みは20μmとした。このTNパネを実施例4と同様に異方性散乱素子として用いたところ、輝度早買う1.4倍となり、しかも目視検査による視角依存が小さいことが分かった。なお当然ながら実施例4と同様に液晶モノマーを用いることにより同様の安定化を行えることができる。

【0050】

【発明の効果】本発明によれば、

- (1) 異方性散乱素子、特にアスペクト比の異なる粒子を用いることで安定で効果の高い偏光変換素子を得ることができ、バックライト及び液晶パネルの明るさを大幅に向上できる。
- (2) 位相差板（1/4λ板等）との組み合わせにより偏光変換をより有効にでき、明るさを向上できる。
- (3) 液晶を用いて配向させることにより異方性散乱粒子のねじれ構造を得ることができ、視角依存などをも改善

できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の異方性散乱素子の構造を示す模式図である。

【図2】本発明の後方散乱時の作用を示す偏光変換メカニズムを示す原理図である。

【図3】本発明の偏光変換メカニズムを示す原理図である。

【図4】一般的な散乱と粒子径との関連を示す図である。

【図5】一般的な前方散乱と後方散乱が生じる領域を示した図である。

【図6】本発明の異方性散乱における屈折率差と透過率との関係を示した図である。

【図7】本発明の粒子を配列させるずり応力の原理を示す模式図である。

【図8】本発明のねじれ構造を持つ異方性散乱素子の模式図である。

【図9】本発明の実施例の酸化チタン種類と透過率との関係を示したグラフである。

【図10】本発明の実施例の酸化チタン種の短軸長さと透過率との関係を示したグラフである。

【図11】本発明の実施例の酸化チタン種の長軸長さと透過率との関係を示したグラフである。

【図12】本発明の実施例の酸化チタン種類と透過率の波長依存性との関係を示したグラフである。

【図13】本発明の実施例の酸化チタン(1)の容積分率と透過率との関係を示したグラフである。

【図14】本発明の実施例の酸化チタン(1)の異方性散乱素子の厚みと透過率との関係を示したグラフである。

【図15】本発明の実施例の種々の粒子を用いた異方性散乱素子の透過率と厚みとの関係を示したグラフである。

【図16】本発明の実施例のΔnと透過率の極大値との関係を示すグラフである。

【図17】本発明の実施例のサイト型バックライトまたは液晶パネルを示す模式図である。

【図18】本発明の実施例の直下型バックライトまたは液晶パネルを示す模式図である。

【図19】本発明の実施例の位相差板を設けた場合の液晶パネルを示す模式図である。

【図20】本発明の実施例の反射型液晶パネルを示す模式図である。

【符号の説明】

11 アスペクト比の異なる粒子、

12 (11)と異なる屈折率の媒質である。

21 光源

25、34、177、185、191、203 異方性散乱素子

30、175、183、192、202 反射板

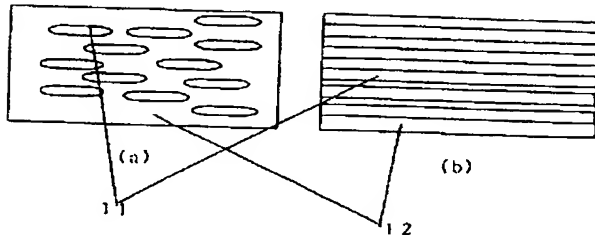
17

18

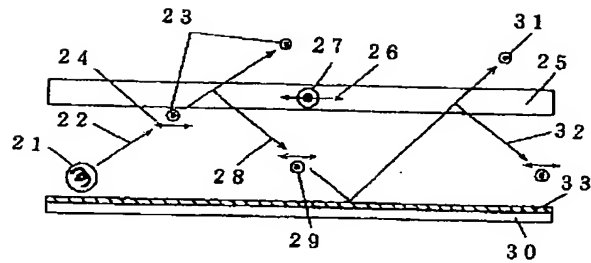
33、191 位相差板
170、180、201 液晶パネル
171、181 偏光板

172 バックライト装置
173 導光板。

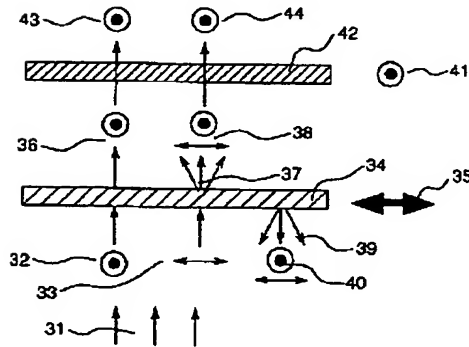
【図1】



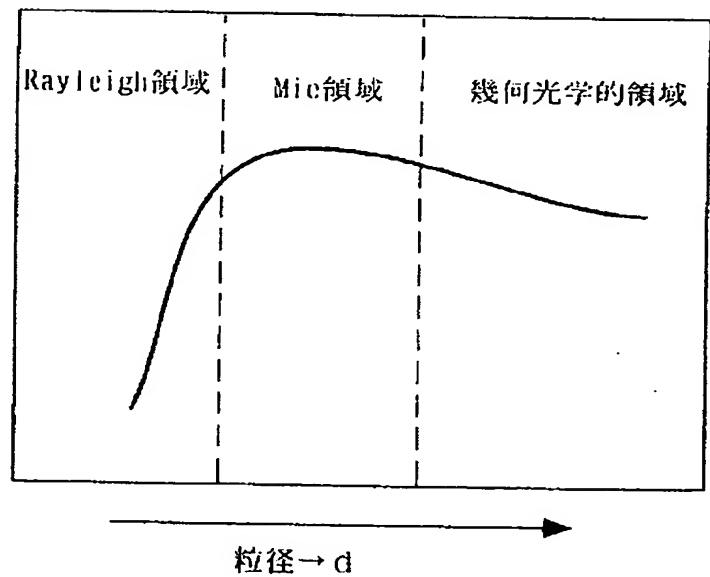
【図2】



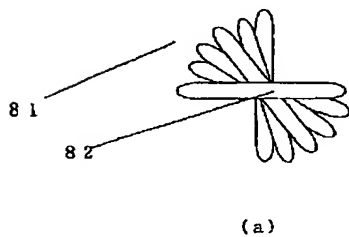
【図3】



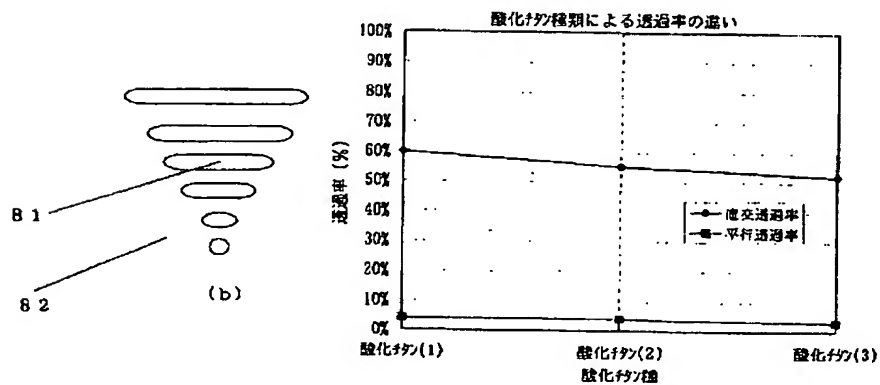
【図4】



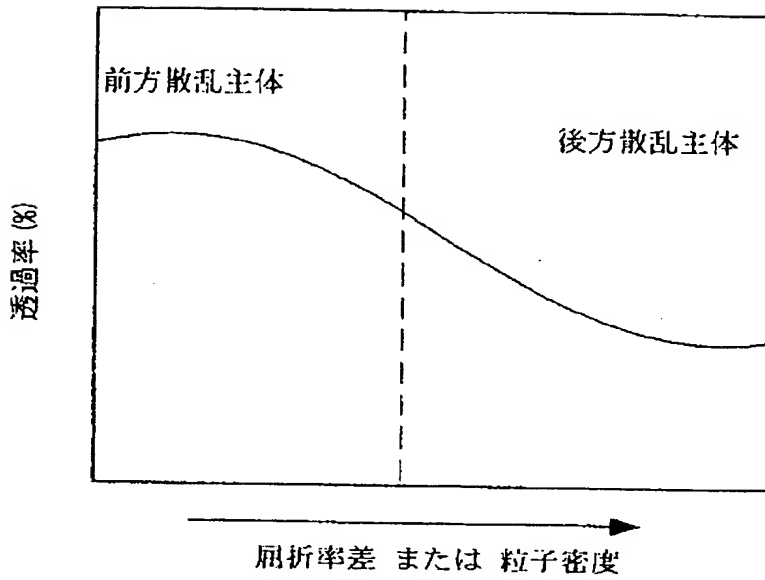
【図8】



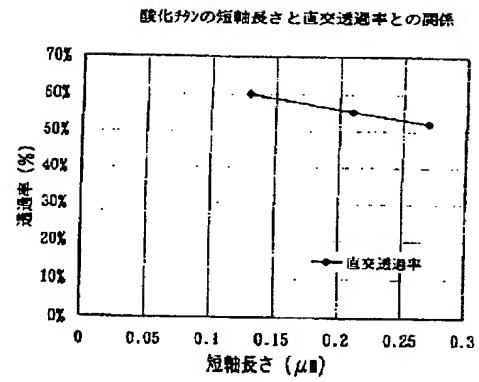
【図9】



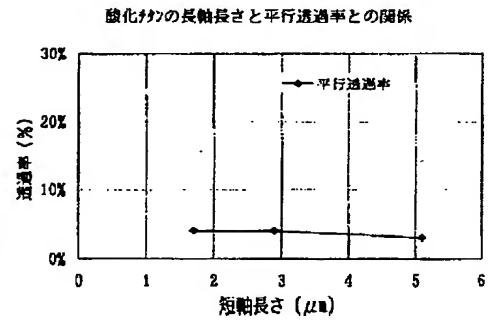
【図5】



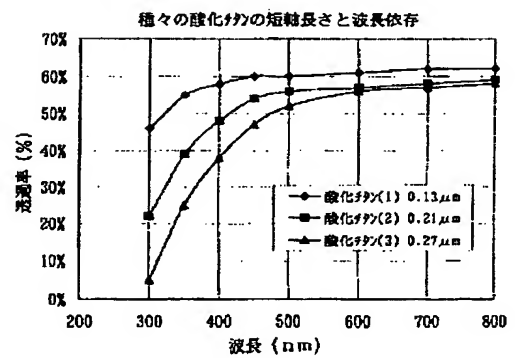
【図10】



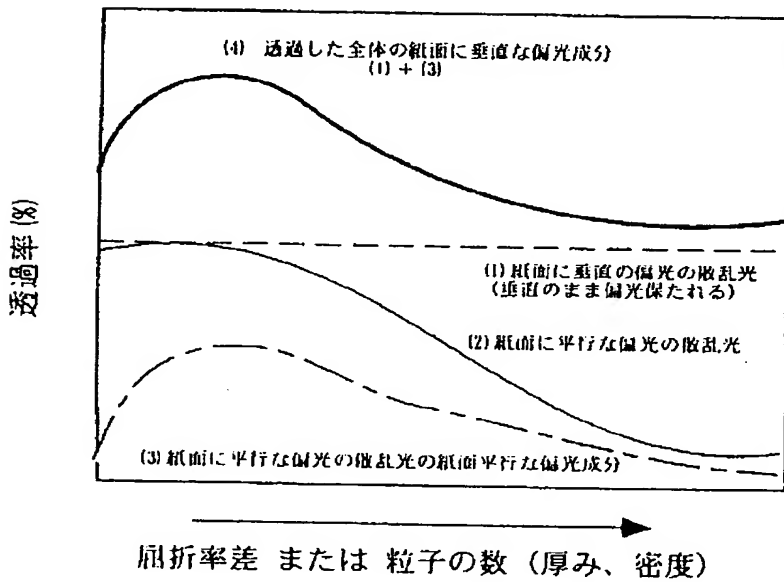
【図11】



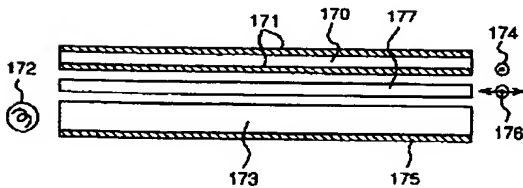
【図12】



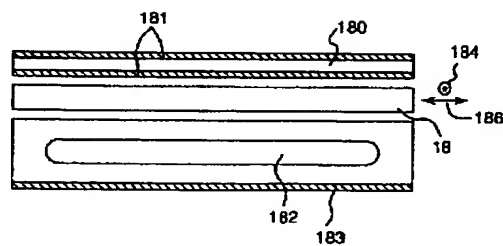
【図6】



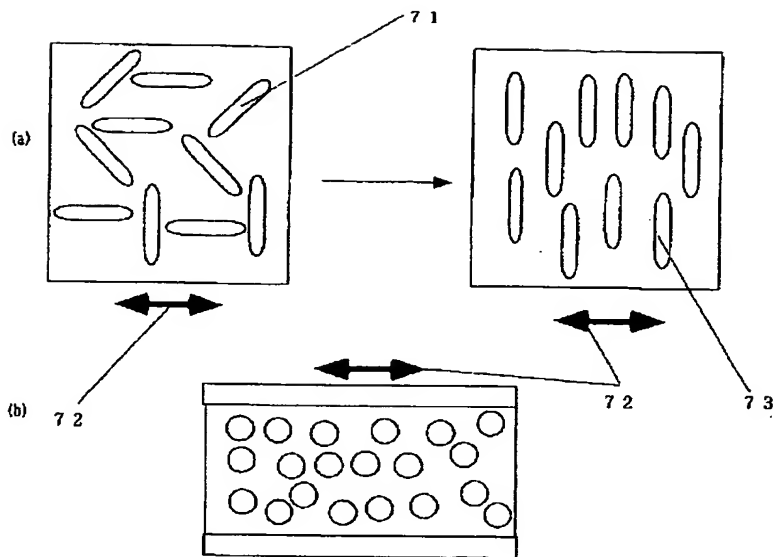
【図17】



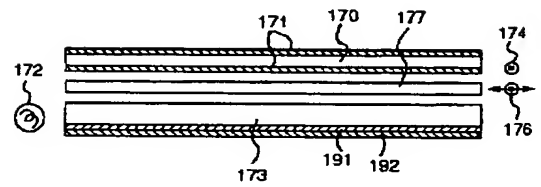
【図18】



【図7】

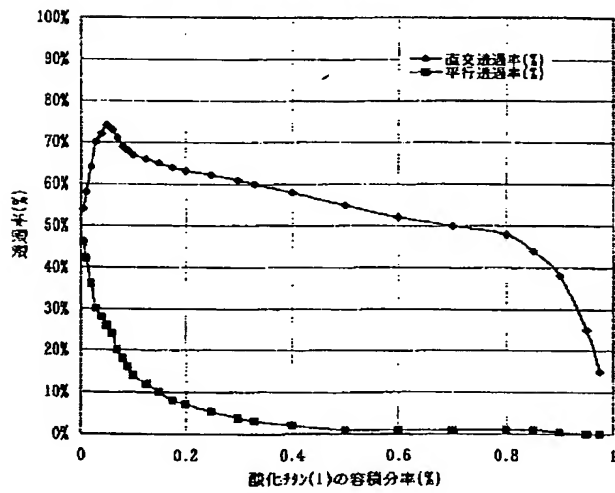


【図19】



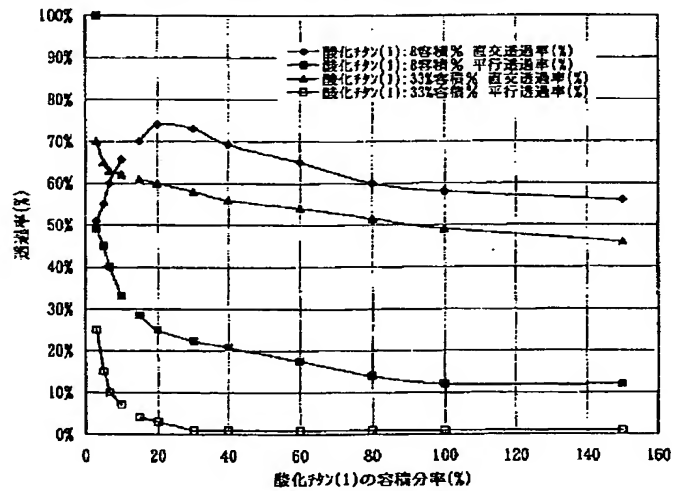
【図13】

醗化ポリ(1)の容積分率(%)と透過率(%)との関係

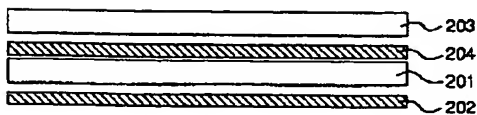


【図14】

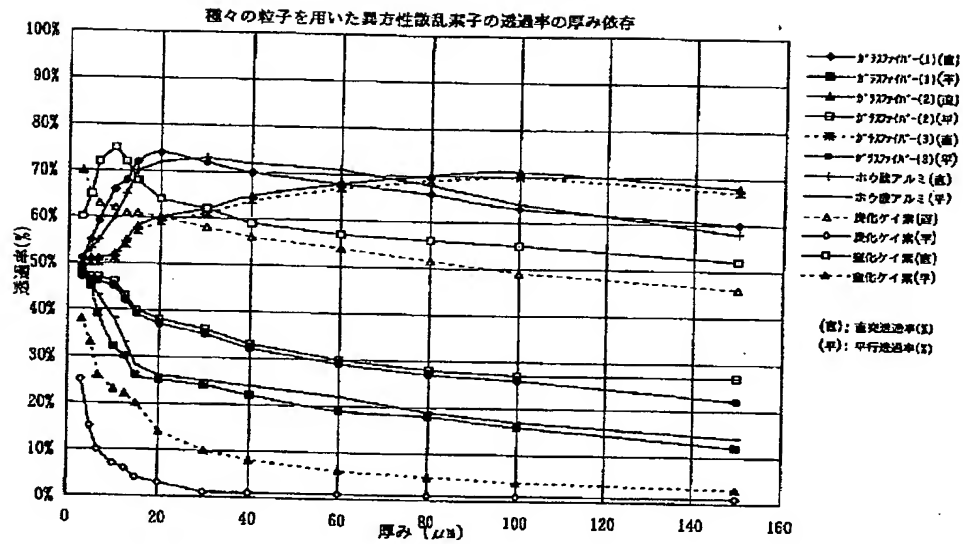
醗化ポリ(1)を用いた異方性微乱素子の厚み依存



【図20】



【図15】



【図16】

